المجال : ميكانيك مطبقة

الوحدة الثانية : الخرسانة المسلحة

تمارين في الخرسانة المسلحة- الشد البسيط

التمرين الاول :

شداد من الخرسانة المسلحة ذو مقطع مربع 25cm x25 cm تحت قوة تأثير شد مطبقة في مركز ثقل المقطع.

المعطيات : Nu=0.22MN ، Nser=0.16MN

الفولاذ من نوع FeE400 ; η=1.6 , γs =1.15

مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 30MPa$

حالة التشققات ضارة.

المطلوب :

- حساب مقطع التسليح لهاذا الشداد مع إقتراح رسما له.
- تحقق من شرط عدم الهشاشة.

التمرين الثاني :

حضيرة منجزة من عناصر مسبقة الصنع على شكل أقواس ، لتوازن قوى الدفع في الأسفل يوجد شداد من الخرسانة المسلحة ذو مقطع مربع (20x20)cm2 و معرض لقوة شد مطبقة في مركز ثقل مقطعه.

المعطيات :

Nu = 0.42MN

Nser=0.28MN

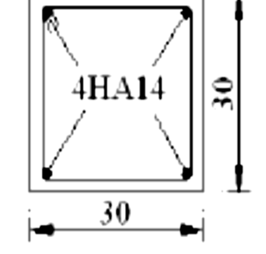
الفولاذ من نوع :FeE400 ; η=1.6 , γs =1.15 .

مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 22MPa$ حالات التشققات ضارة.

المطلوب : حساب مقطع التسليح لهاذا الشداد مع إقتراح رسما له علما ان التغطية c=3 cm.

التمرين الثالث :

نريد دراسة عمود تثبيت معرض لقوة شد و مقطعه العرضي مبين في الشكل التالي :



المعطيات : Nu=150KN ، Nser=130KN

- الفولاذ من نوع FeE400 ; η=1.6 , γs =1.15
- مقاومة الخرسانة : $f_{t28} = 2.10MPa$ حالة التشققات ضارة جدا. سمك التغليف c=2 cm

المطلوب :

- هل هذا التسليح ملائم للشداد ؟ في حالة العكس، أعطي حلا مناسبا.

التمرين الرابع :

نريد دراسة كمرة لإحدى البنايات السكنية مقطعها مربع الشكل 30 x 30)cm2)، خاضعة لقوة الشد البسيط الناتجة عن الحمولات الدائمة G=0.20MN و الحمولات المتغيرة (الإستغلال) Q=0.14MN

المعطيات :

الفولاذ من نوع FeE400 ; η=1.6 , γs =1.15

مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 30MPa$

حالة التشققات ضارة .

المطلوب :

حساب مقطع التسليح لهذا الشداد.

تحقق من شرط عدم الهشاشة.

إقترح رسما توضح فيه مقطع تسليح هذا الشداد (c=3 cm)

التمرين الخامس :

لمنع إنقلاب الرافدة من جهة السيارة تم تصميم شداد من الخرسانة المسلحة ، مقطعه مستطيل 40x30)cm2) و ينجز في منطقة تعتبر التشققات فيها ضارة جدا.

المعطيات :

Nu=0.623MN ، Nser=0.299MN

الفولاذ من نوع FeE400 ; η=1.6 , γs =1.15

مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 30MPa$

الرافدة
شداد
عمود
1.50m
3.00m

العلاقات الضرورية للحساب:

$$A_{ser} \geq \frac{N_{ser}}{\sigma_s}$$

$$A_u \geq \frac{Nu}{f_{su}};; f_{su} = \sigma_s = \frac{fe}{\gamma_s} \qquad A_s \times f_e \geq B \times f_{t28}$$

$$\overline{\sigma_s} = \min\left\{\frac{2}{3} fe; 110\sqrt{\eta \cdot f_{tj}}\right\}$$ التشققات ضارة.

$$\overline{\sigma_s} = \min\left\{\frac{1}{2} fe; 90\sqrt{\eta \cdot f_{tj}}\right\}$$ التشققات ضارة جدا

حلول التمارين

حل التمرين الاول:

- حساب مقطع التسليح الطولي : $As = \max(Au; Aser)$

1- الحساب في الحالة الحدية ELU :

$$Au = \frac{Nu}{f_{su}} / f_{su} = \frac{fe}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.83MPa \Rightarrow Au = \frac{0.22x\,10^4}{347.83} = 6.32cm^2$$

2- الحساب في الحالة الحدية ELS :

$$A\,ser = \frac{N\,ser}{\overline{\sigma_s}}$$

تشققات ضارة إذن إجهاد الشد يساوي :

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{2}{3}fe; 110\sqrt{\eta \times ft_{28}})$$

$$ft_{28} = 0.6 + 0.06fc_{28} = 0.6 + 0.06 \times 30 = 2.4MPa$$

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{2}{3}fe; 110\sqrt{\eta \times ft_{28}}) = \min(\frac{2}{3} \cdot 400; 110\sqrt{1.6 \times 2.4}) = \min(266.67; 215.56) = 215.56\text{ MPa}$$

$$A\,ser = \frac{0.16x\,10^4}{215.56} = 7.42cm^2$$

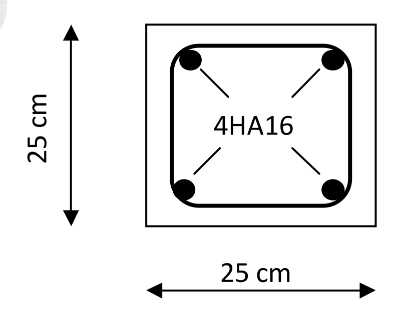
إذن مساحة الفولاذ هي : $As = \max(A_u; A_{ser}) = (6.32; 7.42) = 7.42cm^2$

من الجدول نختار : $4HA16 = 8.04cm^2$

3- التحقق من شرط عدم الهشاشة :

$$As \cdot fe \geq B \cdot ft_{28} \Leftrightarrow (8.04x\,400) \cdot 10^{-4} \geq (25x\,25x\,2.4).10^{-4} \Leftrightarrow 0.3216MN \geq 0.15MN$$

الرسم :



- **حل التمرين الثاني:**

- حساب مقطع التسليح الطولي : $As = \max(Au; Aser)$

1- الحساب في الحالة الحدية ELU :

$$Au = \frac{Nu}{f_{su}} / f_{su} = \frac{fe}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.83MPa \Rightarrow Au = \frac{0.42x\,10^4}{347.83} = 12.07cm^2$$

2- الحساب في الحالة الحدية ELS :

$$A\,ser = \frac{N\,ser}{\overline{\sigma_s}}$$

تشققات ضارة إذن إجهاد الشد يساوي :

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{2}{3}fe; 110\sqrt{\eta \times ft_{28}})$$

$$ft_{28} = 0.6 + 0.06fc_{28} = 0.6 + 0.06 \times 22 = 1.92MPa$$

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{2}{3}fe; 110\sqrt{\eta \times ft_{28}}) = \min(\frac{2}{3} \cdot 400; 110\sqrt{1.6 \times 1.92}) = \min(266.67; 192.80) = 192.80\ \text{MPa}$$

$$A\,ser = \frac{0.28x\,10^4}{192.80} = 14.52cm^2$$

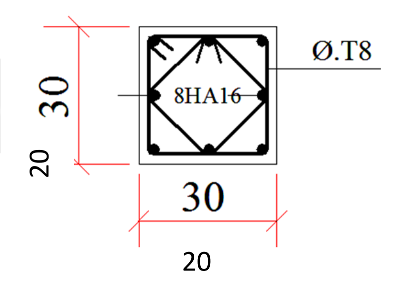
إذن مساحة الفولاذ هي : $A\,s = \max(A_u; A_{ser}) = (12.07; 14.52) = 14.52cm^2$

من الجدول نختار : $8HA16 = 16.08cm^2$

3- التحقق من شرط عدم الهشاشة :

$$A\,s \cdot fe \geq B \cdot ft_{28} \Leftrightarrow (16.08x\,400) \cdot 10^{-4} \geq (20x\,20x\,1.92).10^{-4} \Leftrightarrow 0.6432MN \geq 0.0768MN$$

الرسم :



حل التمرين الثالث:

للجواب على السؤال إن كان التسليح ملائما او لا يجب حساب التسليح اللازم :

- حساب مقطع التسليح الطولي : $As = \max(Au; Aser)$

1- الحساب في الحالة الحدية ELU :

$$Au = \frac{Nu}{f_{su}} / f_{su} = \frac{fe}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.83MPa \Rightarrow Au = \frac{150x10}{347.83} = 4.31cm^2$$

2- الحساب في الحالة الحدية ELS :

$$Aser = \frac{Nser}{\overline{\sigma_s}}$$

تشققات ضارة جدا إذن إجهاد الشد يساوي :

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{1}{2}fe; 90\sqrt{\eta \times ft_{28}})$$

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{1}{2} \cdot 400; 90\sqrt{1.6 \times 2.1}) = \min(200; 164.97) = 164.97\,MPa$$

$$Aser = \frac{130x10}{164.97} = 7.88cm^2$$

إذن مساحة الفولاذ الضرورية هي : $As = \max(A_u; A_{ser}) = (4.31; 7.88) = 7.88cm^2$

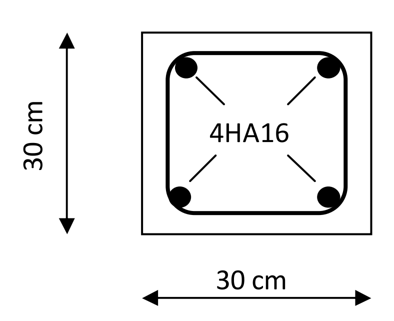
التسليح الموجود في الشكل هو $4HA14 = 6.15cm^2$ و بالتالي التسليح غير ملائم و لا يحقق المقاومة .

الحل المناسب نختار : $4HA16 = 8.04cm^2$

3-التحقق من شرط عدم الهشاشة :

$$As \cdot fe \geq B \cdot ft_{28} \Leftrightarrow (8.04x400) \cdot 10^{-4} \geq (30x30x2.1).10^{-4} \Leftrightarrow 0.3216MN \geq 0.189MN$$

الرسم :



حل التمرين الرابع:

- حساب مقطع التسليح الطولي : $As = \max(Au; Aser)$

1-الحساب في الحالة الحدية ELU :

$$Au = \frac{Nu}{f_{su}} / f_{su} = \frac{fe}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.83MPa \Rightarrow Au = \frac{0.2x10^4}{347.83} = 5.75cm^2$$

2-الحساب في الحالة الحدية ELS :

$$Aser = \frac{Nser}{\overline{\sigma_s}}$$

تشققات ضارة إذن إجهاد الشد يساوي :

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{2}{3}fe; 110\sqrt{\eta \times ft_{28}})$$

$$ft_{28} = 0.6 + 0.06fc_{28} = 0.6 + 0.06 \times 30 = 2.4MPa$$

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{2}{3}fe; 110\sqrt{\eta \times ft_{28}}) = \min(\frac{2}{3} \cdot 400; 110\sqrt{1.6 \times 2.4}) = \min(266.67; 215.56) = 215.56\ MPa$$

$$Aser = \frac{0.14x10^4}{215.56} = 6.49cm^2$$

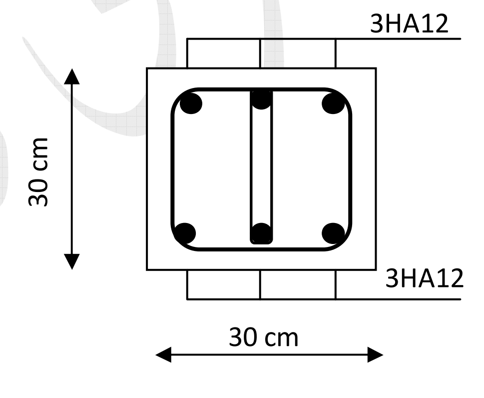
إذن مساحة الفولاذ هي : $As = \max(A_u; A_{ser}) = (5.75; 6.49) = 6.49cm^2$

من الجدول نختار : $6HA12 = 6.78cm^2$

3-التحقق من شرط عدم الهشاشة :

$$As \cdot fe \geq B \cdot ft_{28} \Leftrightarrow (6.78x400) \cdot 10^{-4} \geq (30x30x2.4).10^{-4} \Leftrightarrow 0.2712MN \geq 0.216MN$$

الرسم :



حل التمرين الخامس:

- حساب مقطع التسليح الطولي : $As = \max(Au; Aser)$

1-الحساب في الحالة الحدية ELU :

$$Au = \frac{Nu}{f_{su}} / f_{su} = \frac{fe}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.83MPa \Rightarrow Au = \frac{0.623x\,10^4}{347.83} = 17.91cm^2$$

2-الحساب في الحالة الحدية ELS :

$$A\,ser = \frac{N\,ser}{\overline{\sigma_s}}$$

تشققات ضارة إذن إجهاد الشد يساوي :

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{1}{2}fe; 90\sqrt{\eta \times ft_{28}})$$

$$ft_{28} = 0.6 + 0.06fc_{28} = 0.6 + 0.06 \times 30 = 2.4MPa$$

$$\overline{\sigma_s} = \min(\frac{1}{2}fe; 90\sqrt{\eta \times ft_{28}}) = \min(\frac{1}{2}\cdot 400; 90\sqrt{1.6 \times 2.4}) = \min(200; 176.36) = 176.36\,\text{MPa}$$

$$A\,ser = \frac{0.299x\,10^4}{176.36} = 16.95cm^2$$

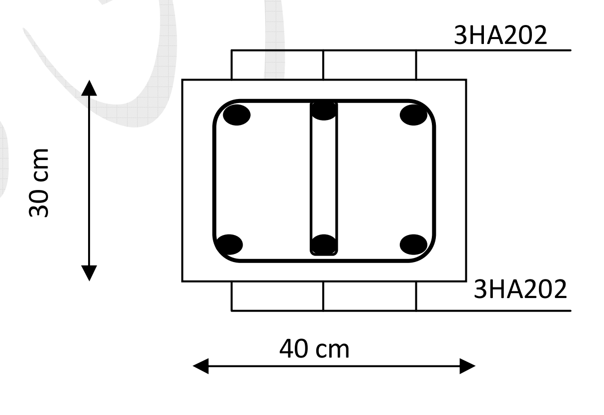
إذن مساحة الفولاذ هي : $As = \max(A_u; A_{ser}) = (17.91; 16.95) = 17.91cm^2$

من الجدول نختار : $6HA\,20 = 18.84cm^2$

3-التحقق من شرط عدم الهشاشة :

$$As \cdot fe \geq B \cdot ft_{28} \Leftrightarrow (18.84x\,400)\cdot 10^{-4} \geq (40x\,30x\,2.4).10^{-4} \Leftrightarrow 0.7536MN \geq 0.288MN$$

الرسم :



تحياتي الأستاذ . م/ كمال مخلوفي